

Des stratégies adaptatives d'entretien du sol des parcelles viticoles pour de bons compromis entre performances agronomiques et environnementales

En régions méditerranéennes, les fortes variations inter-annuelles de pluviométrie rendent difficile le maintien de performances agronomiques et environnementales stables dans les vignobles. Le modèle biodécisionnel Verdi permet de simuler les effets de différentes stratégies d'entretien du sol. On met en évidence que, sur des séries d'années climatiques contrastées, des stratégies adaptatives (1) permettent de faire varier fortement la nature, le nombre et les dates des interventions techniques et (2) conduisent à des résultats agronomiques (développement végétatif, rendement, qualité des produits) et environnementaux (maîtrise du ruissellement) plus réguliers que des stratégies continues (sol nu permanent, enherbement permanent).

► Comment régulariser les performances de parcelles viticoles dans un contexte climatique variable ?

Dans les régions méditerranéennes, les cultures sont soumises à de fortes variations inter annuelles de climat, en particulier de pluviométrie. Cela entraîne des variations (1) de performances agronomiques (rendement, qualité des produits), liées à la disponibilité des ressources du sol et aux accidents climatiques, ou à des épidémies et attaques parasitaires, et (2) de performances environnementales (diffusion de produits fertilisants et pesticides polluants dans l'eau, l'air et le sol). Pour régulariser les performances de leurs systèmes de culture dans un contexte fortement variable, les agriculteurs sont amenés à les faire évoluer. Dans le cas des cultures pérennes comme la vigne, il est impossible d'utiliser les successions d'espèces ou les dates et densités de semis comme leviers d'action. Cependant, même en l'absence d'irrigation, il reste des marges de manœuvre sur la plupart des opérations qui composent un itinéraire technique viticole. Si on souhaite limiter les conséquences de fortes variations de pluviométrie, les principaux leviers techniques se situent au niveau de l'entretien du sol. En effet, l'état de surface du sol affecte l'équilibre entre ruissellement, infiltration et évapotranspiration (Gaudin *et al.*, 2010). La présence d'un couvert herbacé, spontané ou semé, limite le ruissellement mais entraîne également des prélèvements supplémentaires d'eau (Celette *et al.*, 2008) et d'azote (Celette *et al.*, 2009). Il est donc possible d'envisager des successions d'état de surface du sol des parcelles viticoles, obtenues grâce à des séquences d'interventions techniques, qui ajustent les flux entrants et sortants d'eau de façon à régulariser l'accès à l'eau de la vigne dans un contexte de fortes variations de la pluviométrie. L'étude a été ciblée sur la gestion de l'enherbement, dont on peut faire varier les caractéristiques de différentes manières : choix du matériel végétal, surface couverte, période d'activité.

► Un outil de simulation de stratégies de gestion de l'entretien du sol

L'intérêt d'une gestion adaptative de l'enherbement a été évalué en comparant par simulation les effets de différentes stratégies d'entretien du sol exposées à des séries d'années climatiques contrastées. A cette fin, le modèle de bilan hydrique WaLIS (Celette *et al.*, 2010) a été couplé avec un modèle décisionnel d'entretien du sol au sein du modèle Verdi (Ripoche *et al.*, 2011). Chaque jour, le modèle de bilan hydrique simule les flux d'eau entrants et sortants d'une parcelle viticole, en tenant compte de ses caractéristiques. Le modèle décisionnel d'entretien du sol permet de lier les décisions d'interventions techniques, d'une part à l'état du système piloté (sol, vigne, enherbement), et d'autre part, au climat passé et prévu. Des contraintes temporelles et d'organisation permettent de hiérarchiser les différentes interventions de l'itinéraire technique.

Trois modalités d'entretien du sol ont été combinées : sol nu désherbé mécaniquement, enherbement permanent de l'inter-rang, enherbement temporaire de l'inter-rang. Différents types d'ajustements ont été testés. Des ajustements tactiques conduisaient à détruire l'enherbement temporaire au printemps au moment où le stock d'eau accessible à la vigne dans le sol se rapproche d'un seuil bas qui entraînerait une contrainte hydrique excessive pour la vigne. Des ajustements stratégiques permettaient de changer de modalité d'entretien du sol d'une année à l'autre. Ainsi, trois stratégies d'entretien du sol ont été comparées : sol nu permanent, enherbement de l'inter-rang permanent, stratégie mixte comprenant des ajustements stratégiques et tactiques permettant de moduler les périodes d'enherbement en fonction du contexte.

Les simulations ont été réalisées sous des séquences d'années climatiques contrastées.

Pour les trois stratégies, chaque année de simulation a été évaluée d'un point de vue productif et environnemental via une analyse multicritère.

► Une stratégie adaptative conduit à de fortes variations du nombre et des dates des interventions techniques

L'introduction d'une composante décisionnelle dans le modèle Verdi conduit à ce que les itinéraires techniques simulés varient selon les années climatiques. Par exemple, le nombre de désherbages mécaniques varie de deux à cinq par an dans la stratégie « sol nu permanent », et le nombre de tontes de l'enherbement varie de un à cinq par an en fonction de la pluviométrie. Dans la stratégie mixte, les adaptations stratégiques et tactiques conduisent à plus de variations des itinéraires techniques. Les dates de semis de l'enherbement temporaire varient de mi à fin octobre.

...



Vigne enherbée

Pendant les années sèches, le nombre de tontes est inférieur ou égal à un tandis que, pendant les années humides, trois à quatre tontes sont nécessaires. L'enherbement n'est pas détruit pendant les printemps humides ou consécutifs à un hiver humide. Il est détruit tardivement (fin mai 2006) avec un printemps sec et plus tôt après un hiver sec (début avril 2007 et fin mars 2008).

► Les performances sont plus régulières avec une stratégie adaptative d'entretien du sol

La stratégie adaptative d'entretien du sol conduit à des durées très variables de la période d'enherbement temporaire. Son intérêt apparaît quand plusieurs années sèches se succèdent. L'enherbement hivernal réduit le ruissellement par rapport au sol nu en cas de pluies de forte intensité et permet donc de meilleures performances environnementales. Sa destruction, d'autant plus précoce que les ressources hydriques sont faibles, permet d'atténuer les variations inter-annuelles de trajectoire de contrainte hydrique subies par la vigne. Cela se traduit par des performances productives plus régulières que l'enherbement permanent.

Ces travaux montrent que malgré l'absence d'irrigation, il existe une marge de manœuvre pour réguler les flux d'eau dans une parcelle viticole grâce à une gestion adaptative de l'entretien du sol. On peut ainsi obtenir une fréquence plus élevée d'années présentant de bons compromis entre les performances productives de la vigne et les performances environnementales, qu'en reproduisant chaque année le même itinéraire technique (Ripoche et al., 2010). D'autres marges de manœuvre pour réguler les flux d'eau

peuvent être identifiées à l'échelle des bassins versants, par exemple avec la réalisation d'infrastructures favorisant la recharge des nappes superficielles.

Ainsi, dans le contexte de forte variabilité inter-annuelle de la pluviométrie dans les régions viticoles méditerranéennes, préconiser une stratégie fixe d'enherbement à partir d'une espèce ou d'un mélange n'est pas satisfaisant. Tous les éléments de flexibilité (y compris le changement de matériel végétal) qui permettent de changer de modalité d'entretien du sol en fonction de l'état observé et prévisible des ressources en eau du sol doivent être envisagés. A cet égard, le modèle de bilan hydrique WaLIS, dont les qualités prédictives sont démontrées dans une large gamme de conditions (Delpuech *et al.*, 2010), permet d'explorer une gamme de scénarios adaptés à chaque contexte.

Sur le terrain, les agriculteurs font d'ores et déjà preuve d'adaptabilité dans la mise en œuvre de leurs systèmes de culture, en particulier en fonction des conditions climatiques. Nous proposons ici d'introduire un indicateur d'état des ressources hydriques du sol en fin d'hiver et au printemps pour déterminer chaque année la durée d'activité de l'enherbement (spontané ou semé) et la surface couverte les plus appropriées pour maîtriser au mieux la trajectoire de contrainte hydrique subie par la vigne.

Contacts

Christian Gary - Christian.Gary@supagro.inra.fr,
Aude Ripoche, Florian Celette, Aurélie Metay,
Yvan Bouisson et Rémi Gaudin
UMR System - Inra Montpellier
Montpellier SupAgro
Cirad